

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁴ : A61F 9/00		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/02884 A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/02884 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. Mai 1987 (21.05.87)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE86/00469</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 17. November 1986 (17.11.86)</p> <p>(31) Prioritätsaktenzeichen: P 35 40 763.8</p> <p>(32) Prioritätsdatum: 16. November 1985 (16.11.85)</p> <p>(33) Prioritätsland: DE</p> <p>(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): G. RODENSTOCK INSTRUMENTE GMBH [DE/DE]; Drachenseestr. 10-12, D-8000 München 70 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): MENNICKE, Hartmut [DE/DE]; Kager-Bauer-Str. 30A, D-8023 Pullach (DE).</p> <p>(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Willibaldstr. 36, D-8000 München 21 (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	
<p>(54) Titel: DEVICE FOR PHOTO-SURGERY IN PARTICULAR FOR KERATOTOMY OF THE CORNEA</p> <p>(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR LICHTCHIRURGIE UND INSbesondere ZUR KERATOTOMIE DER CORNEA</p>			
<p>(57) Abstract</p> <p>Device for photo-surgery and in particular for keratotomy of the eye, comprising an operating light source, of which the light can be applied to the region of tissue to be operated on. The above device is characterized by the fact that it uses, for the production of light in a range of wavelengths between 2.7 microns and 3.3 microns an operating light source comprising a Raman cell pumped by a pulsed laser. It is thus possible to obtain a radiation in the 3 micron region, the power of which enables the use of photo-surgery and whose 'beam quality' allows remarkable focusing.</p>			
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Eine Vorrichtung zur Lichtchirurgie und insbesondere zur Keratotomie des Auges, mit einer Operationslichtquelle, deren Licht auf den zu operierenden Bereich des Gewebes abbildungbar ist. Die erfundungsgemäss Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass zur Erzeugung von Licht im Wellenlängenbereich zwischen 2,7 µm und 3,3 µm eine Operationslichtquelle verwendet wird, die eine mit einem gepulsten Laser gepumpte Ramanzelle aufweist. Hierdurch ist es möglich, Strahlung im Bereich um 3 µm zu erhalten, deren Leistung Lichtchirurgie ermöglicht und deren 'Strahlqualität' eine hervorragende Fokussierung erlaubt.</p>			

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

- 1 -

Vorrichtung zur Lichtchirurgie und insbesondere zur
Keratotomie der Cornea

B e s c h r e i b u n g

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Lichtchirurgie und insbesondere zur Keratotomie der Cornea gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

Es ist bekannt, biologisches Gewebe und insbesondere die menschliche Haut mit dem Licht von CO₂-Lasern, das eine Wellenlänge von 10,6 µm hat, zu behandeln und insbesondere zu operieren. Licht dieser Wellenlänge hat jedoch eine vergleichsweise große Eindringtiefe in biologisches Gewebe, so daß CO₂-Laser zur Keratotomie des menschlichen Auges in der Praxis nicht verwendet werden: Wenn beispielsweise Schnitte zur Behebung von Astigmatismus etc. in die Cornea eingebracht werden sollen, können darunterliegende Schichten des Auges geschädigt werden.

Deshalb ist bislang im wesentlichen mit UV-Licht bei der Licht-Keratotomie des menschlichen Auges gearbeitet worden. Hierzu sind insbesondere die bekannten Excimer-Laser verwendet worden, deren Licht sich gut zum Einbringen von Schnitten bzw. zum Abtragen von Materialschichten an der

Cornea eignet.

Die UV-Strahlung der bekannten Excimer-Laser hat jedoch den Nachteil, daß die Gefahr der durch UV-Licht hervorgerufenen Mutagenität und der Karzinogenität nicht zu vernachlässigen ist.

Es ist deshalb von M.L. Wolbarsht in einem im IEEE Journal of Quantum Electronics, 1984 erschienenen Artikel "Laser Surgery: CO₂ or HF" vorgeschlagen worden, einen HF-Laser mit einer Wellenlänge von 2,9 μm für die Laserchirurgie zu verwenden, da Wasser für derartige Wellenlängen ein ausgeprägtes Absorptionsmaximum hat, so daß die Strahlung nur eine sehr geringe Eindringtiefe hat.

Der genannte Artikel beschäftigt sich in sehr allgemeiner Weise mit Fragen der Laserchirurgie insbesondere der menschlichen Haut, ein Bezug zur Keratotomie des Auges ist nicht hergestellt.

Die von Wolbarsht vorgeschlagene Verwendung von HF (Wasserstoffluor)-Lasern hat jedoch den Nachteil, daß die optische Strahlqualität derartiger Laser und damit die Fokussierbarkeit dieser Laser unbefriedigend ist. Eine gute Fokussierbarkeit ist aber insbesondere für die Anwendung bei der Keratotomie des Auges unverzichtbar.

Darüberhinaus ist der HF-Laser wegen seiner giftigen Gase und des gesamten bei ihm erforderlichen Aufwandes sehr unhandlich.

Darstellung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gestellt, eine Vorrich-

tung zur Lichtchirurgie und insbesondere zur Keratotomie des Auges anzugeben, die Licht im Bereich von 2,7 und 3,2 μm in einer Weise abgibt, daß der Lichtstrahl der Vorrichtung zu Operationszwecken geeignet ist.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist mit ihren Weiterbildungen in den Patentansprüchen gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß wird eine Operationslichtquelle verwendet, die einen gepulsten Laser und eine mit einem geeigneten Ramanmedium, beispielweise einem Gas oder einer Flüssigkeit gefüllte Ramanzelle aufweist, in der mit Hilfe des stimulierten Ramaneffektes Strahlung der Wellenlänge zwischen etwa 2,7 μm und etwa 3,2 μm erzeugt wird. Der gepulste Laser dient als Pumplichtquelle für die Ramanzelle. Da die Konversionsrate beim stimulierten Ramanefekt in der Regel sehr hoch ist, ist es möglich, auf diese Weise Strahlung im Bereich um 3 μm zu erhalten, deren Leistung Lichtchirurgie ermöglicht und deren "Strahlqualität" eine hervorragende Fokussierung erlaubt.

Dies ist umso überraschender, als in der Vergangenheit "seit der Erfindung des Laser" als Operationslichtquellen ausschließlich Laser und insbesondere Argon-, NdYAG-, Excimer und CO_2 -Laser in Betracht gezogen worden sind.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

In jedem Falle ist es besonders vorteilhaft, als Pumplichtquelle einen Laser mit hoher Repetitionsrate und hoher Impulsleistung, beispielsweise im Megawatt-Bereich zu verwenden.

Ein derartiger Laser ist - wie im Anspruch 2 beansprucht - beispielsweise ein Jodlaser mit einer Wellenlänge von 1,315 μm oder ein Neodym-YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 1,06 μm . Beide Lasertypen können im vorliegenden Einsatzfall im q-switch oder mode-lock-Betrieb betrieben werden.

Als Gase, mit denen die Ramanzellen gefüllt sind, können gemäß Anspruch 3 insbesondere CH_4 oder D_2 eingesetzt werden. Bei beiden Gasen ist es möglich, die 2. Stokeswelle zu erzeugen, die Licht im gewünschten Wellenlängenbereich liefert:

Beispielsweise beträgt bei Verwendung eines NdYAG-Lasers als Pumplichtquelle ($\text{L} = 1,064\mu\text{m}$) die Ramanverschiebung von D_2 2986 cm^{-1} und die von CH_4 $2916,7\text{ cm}^{-1}$, so daß man "Operationslicht" mit einer Wellenlänge von $2,92\mu\text{m}$ bzw. $2,8\mu\text{m}$ erhält.

Ferner kann die Ramanzelle auch mit HCl , CO , O_2 oder NO gefüllt sein (Anspruch 4).

Weitere Laser, die als Pumplichtquelle verwendet werden können, sind beispielsweise Rubin-Laser, Alexandrit-Laser oder Erbium-Laser. In den Ansprüchen 5 bis 7 sind vorteilhafte Kombinationen dieser Laser mit Ramanmedien gekennzeichnet.

Der Aufbau der Ramanzellen kann in weiten Grenzen frei gestaltet werden. Bei Verwendung von Gasen als Ramanmedien sind jedoch Hochdruckzellen besonders vorteilhaft (Anspruch 8). Bei der Füllung mit Wasserstoff oder CH_4 wird in der Regel mit einem Druck ab ca. 5 bar, typischerweise um 25 bar gearbeitet.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, eine Ramanzelle vom wave-guide-Typ zu verwenden (Anspruch 9). Eine derartige Ramanzelle hat den Vorteil, daß sie einen gut bündelbaren Lichtstrahl abgibt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in der zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung,

Fig. 2 die Abhängigkeit der Stokesenergie von dem Druck in der Ramanzelle, und

Fig. 3 die Abhängigkeit der Stokesenergie von der Pumpenergie.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt schematisiert einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung, bei der als Pumplaser ein NdYAG-Laser 1 verwendet wird, dessen Licht eine Linse 2 in eine Hochdruck-Ramanzelle 3 fokussiert. Das in der Ramanzelle in den Stokesordnungen entstehende Licht wird von einer Linse 4 in einen nicht näher dargestellten Operationstrahlengang als paralleles Licht eingekoppelt.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird ein im multi-mode-Betrieb arbeitender NdYAG-Laser verwendet, der bei einer Impulswiederholungsrate von maximal 10Hz und einer Impulsdauer von 15ns eine Energie von bis zu 1,5 Joule pro Impuls liefert.

Die Ramanzelle 3 hat einen Innendurchmesser von ca 10mm und eine Länge von ca 1m und ist von planen Fenstern 3' bzw. 3" abgeschlossen. Der Gasdruck in der Ramanzelle kann bis zu 35 bar betragen.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ramanzelle mit CH_4 gefüllt. Der Druck wurde zwischen etwa 1 Bar und ca 35 Bar variiert. Ferner sind Linsen 2 unterschiedlicher Brennweite zur Fokussierung des Licht des NdYAG-Lasers 1 in die Ramanzelle verwendet worden.

Fig. 2 zeigt die Abhängigkeit der Energie der 2. Stokesordnung, deren Wellenlänge ca $2,8 \mu\text{m}$ ist, vom Gasdruck für unterschiedliche Brennweiten der Linse 2 bei einer festen Pumpenergie (150 mJ pro Laserschuß). Die Brennweiten der Linse 2 sind 500 mm, 750 mm und 1000 mm.

Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, erhält man die besten Ergebnisse, wenn der Gasdruck etwa 27,5 bar und die Brennweite der Fokussierungsleitung 2 1000 mm ist, d.h. in etwa gleich der Länge der Ramanzelle. Die Ursache hierfür dürften Gasdurchbrüche bei kleineren Brennweiten sein, die zu einem Zusammenbruch der Ramankonversion in die 2. Stokesordnung und darüberhinaus auch zu erheblichen Verunreinigungen der Ramanzelle (Aufspaltung in Kohlenstoff und Wasserstoff) führen.

Fig. 3 zeigt die Abhängigkeit der Stokesenergie von der Energie der Pump-Laserstrahlung bei optimaler Fokussierung und optimalen Druck. Wie man Fig. 3 entnimmt, erhält man bei Pumpenergien von ca 500 mJ Energien pro Schuß von ca 10mJ, die beispielsweise für die radiale Keratotomie ausreichend sind.

Vorstehend ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens - zur Erzeugung von Licht im Wellenlängenbereich zwischen 2,7 μm und 3,3 μm eine Operationslichtquelle zu verwenden, die eine mit einem gepulsten Laser gepumpte Ramanzelle aufweist - beschrieben worden.

Beispielsweise erhält man eine deutliche Verbesserung des Wirkungsgrades im Vergleich zu dem erläuterten Ausführungsbeispiel, wenn man den NdYAG-Laser im mono-mode-Betrieb betreibt und in den Strahlengang ein Teleskop einsetzt.

Ferner ist es möglich, eine Ramanzelle vom wave-guide-typ zu verwenden; hierdurch wird die Strahlqualität der 3 μm -Strahlung und damit deren Fokussierbarkeit weiter erhöht.

Ausdrücklich wird jedoch darauf hingewiesen, daß auch andere Ramanzellen und Ramanmedien, darunter auch flüssige, beispielsweise Benzol, oder feste Medien, eingesetzt werden können. In jedem Falle hat die erfindungsgemäß vorgeschlagene Anordnung den Vorteil, daß man mit vergleichsweise geringem Aufwand eine Lichtquelle erhält, die Licht guter Strahlqualität in dem Wellenbereich 2,7 μm bis 3,2 μm abgibt, der erfindungsgemäß als besonders für die Keratotomie des Auges sowie das flächige Abtragen von Schichten der Cornea geeignet erkannt worden ist.

Die Vorrichtung zur Lichtchirurgie kann dabei einen bekannten Aufbau haben; beispielsweise kann bei einer Vorrichtung zur Keratotomie der Cornea eine an sich bekannte Laservorrichtung mit Spaltlampe verwendet werden, bei der der Laserstrahl den Bereich, in dem ein Schnitt einge-

-8-

bracht werden soll, abtastet oder diesen Bereich flächig beleuchtet.

Ferner können zur Strahlführung und Strahlbeeinflussung bekannte optische Maßnahmen, wie Drehprismen, Spiegelelemente etc. verwendet werden, da der erfindungsgemäße für die Lichtchirurgie und insbesondere für die Keratotomie des Auges vorgeschlagene Wellenlängenbereich von 2,7 μm bis 3,2 μm im Gegensatz zum UV-Bereich oder zu dem Wellenlängenbereich von CO_2 -Lasern keinen besonderen optischen Aufwand verlangt. Deshalb wird auf die detaillierte Beschreibung des Aufbaus einer derartigen Vorrichtung verzichtet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Lichtchirurgie und insbesondere zur Keratotomie des Auges, mit einer Operationslichtquelle, deren Licht auf den zu operierenden Bereich des Gewebes abbildbar ist,
dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von Licht im Wellenlängenbereich zwischen 2,7 μm und 3,3 μm eine Operationslichtquelle verwendet wird, die eine mit einem gepulsten Laser (1) gepumpte Ramanzelle (3) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der gepulste Laser ein Jod-laser oder ein NdYAG-Laser ist, der im q-switch- oder im mode-lock-Betrieb arbeitet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Ramanzelle mit D_2 oder CH_4 gefüllt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß der gepulste Laser ein Neodym-YAG-Laser und die Ramanzelle mit D_2 , HCl , CO , O_2 , CH_4 oder NO gefüllt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der gepulste Laser ein Rubin-Laser und die Ramanzelle mit HJ oder NO gefüllt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der gepulste Laser ein Alexandrit-Laser und die Ramanzelle mit HBr , CO , N_2 oder NO gefüllt ist.

-10-

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der gepulste Laser ein Erbium-
Laser und die Ramanzelle mit N₂, CO, O₂ oder HJ gefüllt
ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Ramanzelle eine Hochdruck-
zelle ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die Ramanzelle eine wave-
guide-Zelle ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß das Licht des Pumplasers ein
optisches System (2) in die Ramanzelle (3) fokussiert,
dessen Brennweite in etwa gleich der Länge der Ramanzelle
ist.

1/2

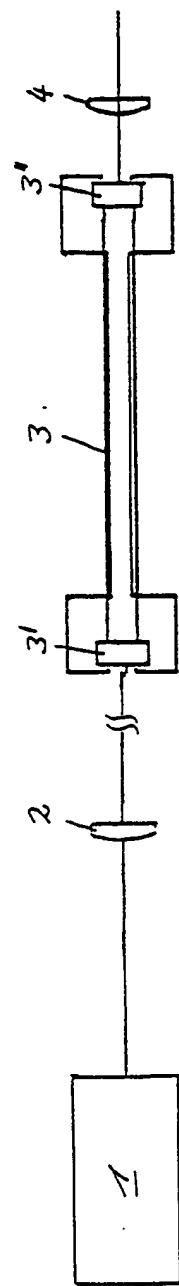


Fig. 1

Fig. 3

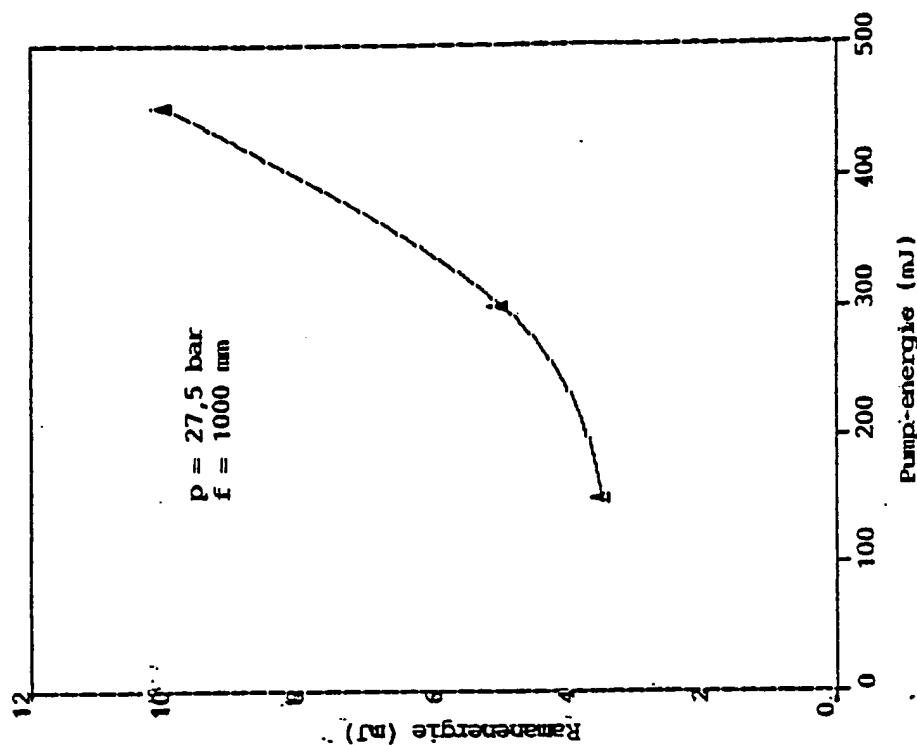
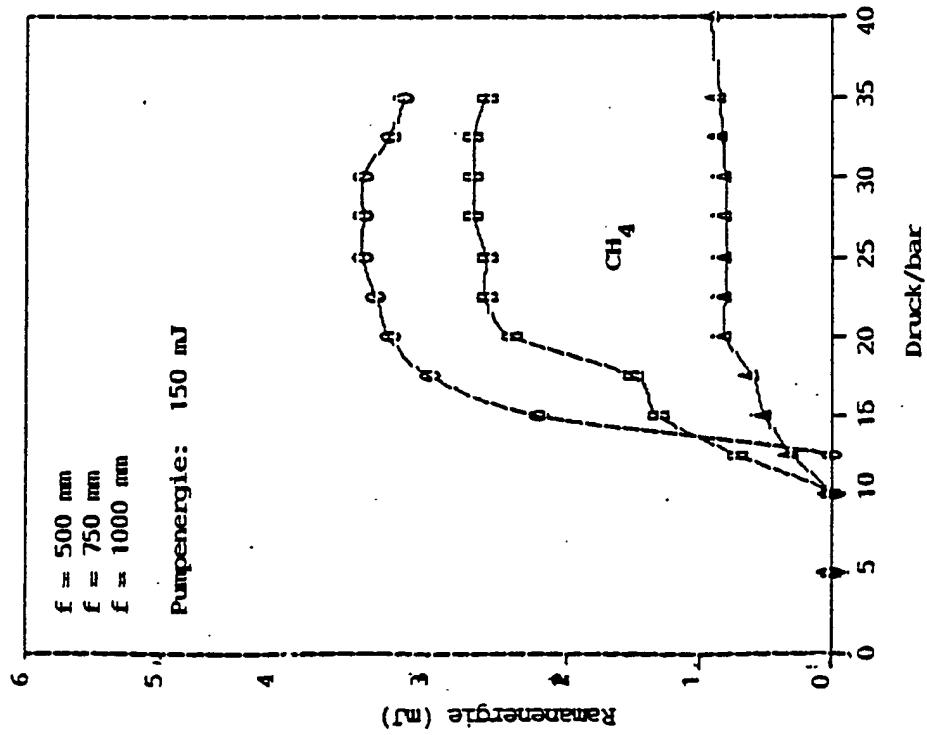


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 86/00469

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl. ⁴ A 61 F 9/00

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ?

Classification System	Classification Symbols
Int. Cl. ⁴ A 61 F; A 61 B; H 01 S	

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*

Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. QE-20, No. 12, December 1984, (IEEE New York, US), M.L. Wolbarsht: "Laser surgery: CO ₂ or HF", pages 1427-1432 see abstract (cited in the application) --	1,2,8
Y	Optical and Quantum Electronics, vol. 9, No. 6, November 1977, (Chapman and Hall Ltd., GB), D. Cotter et al.: "Stimulated electronic Raman scattering in Cs vapour: a simple tunable laser system for the 2.7 to 3.5 μm region", pages 509-518 see abstract --	1,2,8
Y	GB, A, 2143052 (LASER FOR MEDICINE INC.) 30 January 1985 see page 2, lines 106-109 --	2
Y	Journal of Applied Physics, vol. 57, No. 5, 1 March 1985, (American Institute of Physics Woodbury, New York, US), K. Midorikawa et al.: "Output performance of a liquid-N ₂ -cooled, para-H ₂ Raman laser", pages 1504-1508 see abstract -----	8

* Special categories of cited documents: ¹⁰

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

12 February 1987 (12.02.87)

Date of Mailing of this International Search Report

25 February 1987 (25.02.87)

International Searching Authority

EUROPEAN PATENT OFFICE

Signature of Authorized Officer

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/DE 86/00469 (SA 15204)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 19/02/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A- 2143052	30/01/85	DE-A- 3424995 JP-A- 60075056 US-A- 4638801	17/01/85 27/04/85 27/01/87

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 86/00469

I. KLASSEKIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int Cl. 4	A 61 F 9/00	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int Cl. 4	A 61 F; A 61 B; H 01 S	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	IEEE Journal of Quantum Electronics, Band QE-20, Nr. 12, Dezember 1984, (IEEE New York, US), M.L. Wolbarsht: "Laser surgery: CO ₂ or HF", pages 1427-1432 siehe Zusammenfassung in der Anmeldung erwähnt --	1,2,8
Y	Optical and Quantum Electronics, Band 9, Nr. 6, November 1977, (Chapman and Hall Ltd., GB), D. Cotter et al.: "Stimulated electronic Raman scattering in Cs vapour: a simple tunable laser system for the 2.7 to 3.5 μm region", pages 509-518 siehe Zusammenfassung --	1,2,8
Y	GB, A, 2143052 (LASERS FOR MEDICINE INC.) 30. Januar 1985 siehe Seite 2, Zeilen 106-109 --	2 . /.
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
12. Februar 1987	25 FEV. 1987	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	M. VAN MO	

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Journal of Applied Physics, Band 57, Nr. 5, 1. März 1985, (American Institute of Physics, Woodbury, New York, US), K. Midorikawa et al.: "Output performance of a liquid-N ₂ -cooled, para-H ₂ Raman laser", pages 1504-1508 siehe Zusammenfassung -----	8

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/DE 86/00469 (SA 15204)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 19/02/87

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A- 2143052	30/01/85	DE-A- 3424995 JP-A- 60075056 US-A- 4638801	17/01/85 27/04/85 27/01/87
